


アジア主要都市における準天頂衛星 の効果について

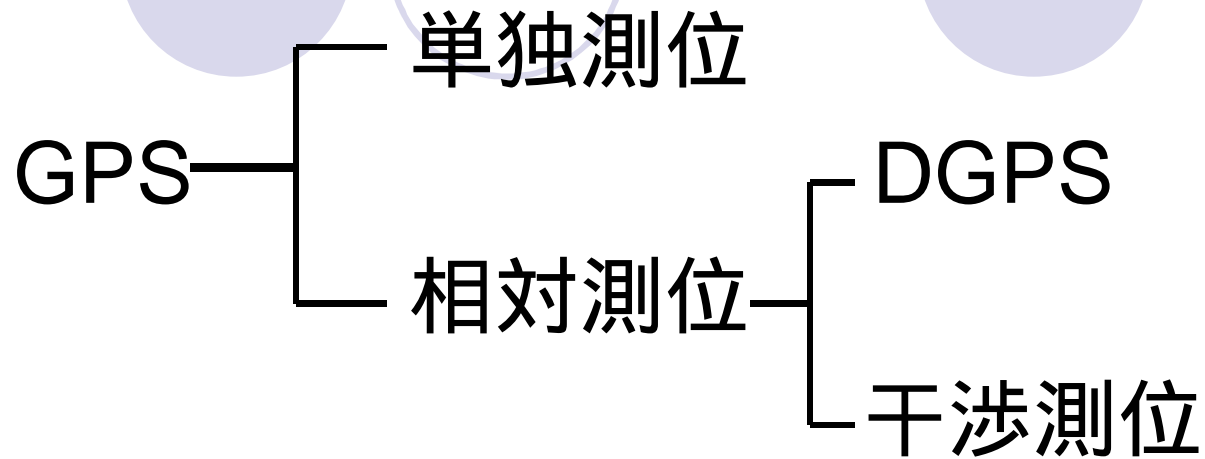
海事システム工学科 情報システムコース4年
東條 進也



目的と背景

上空にビル群が立ち並ぶアジア主要都市の各場所において、GPS衛星と準天頂衛星の複合測位をシミュレーションにより行い、アベイラビリティ(可視性)の観点からGPS衛星のみの場合と比較し、その効果を検証する。

・GPS衛星の計測の種類



単独測位とは？ → 1つの受信機で同時に4個以上の衛星からの電波を受信し、位置の分かっている各衛星からの距離を算出して測位する方法。

・衛星配置とDOP

測位誤差 = 距離の測定誤差 × DOP

DOPとは…

見えている衛星数と配置によって決まる値

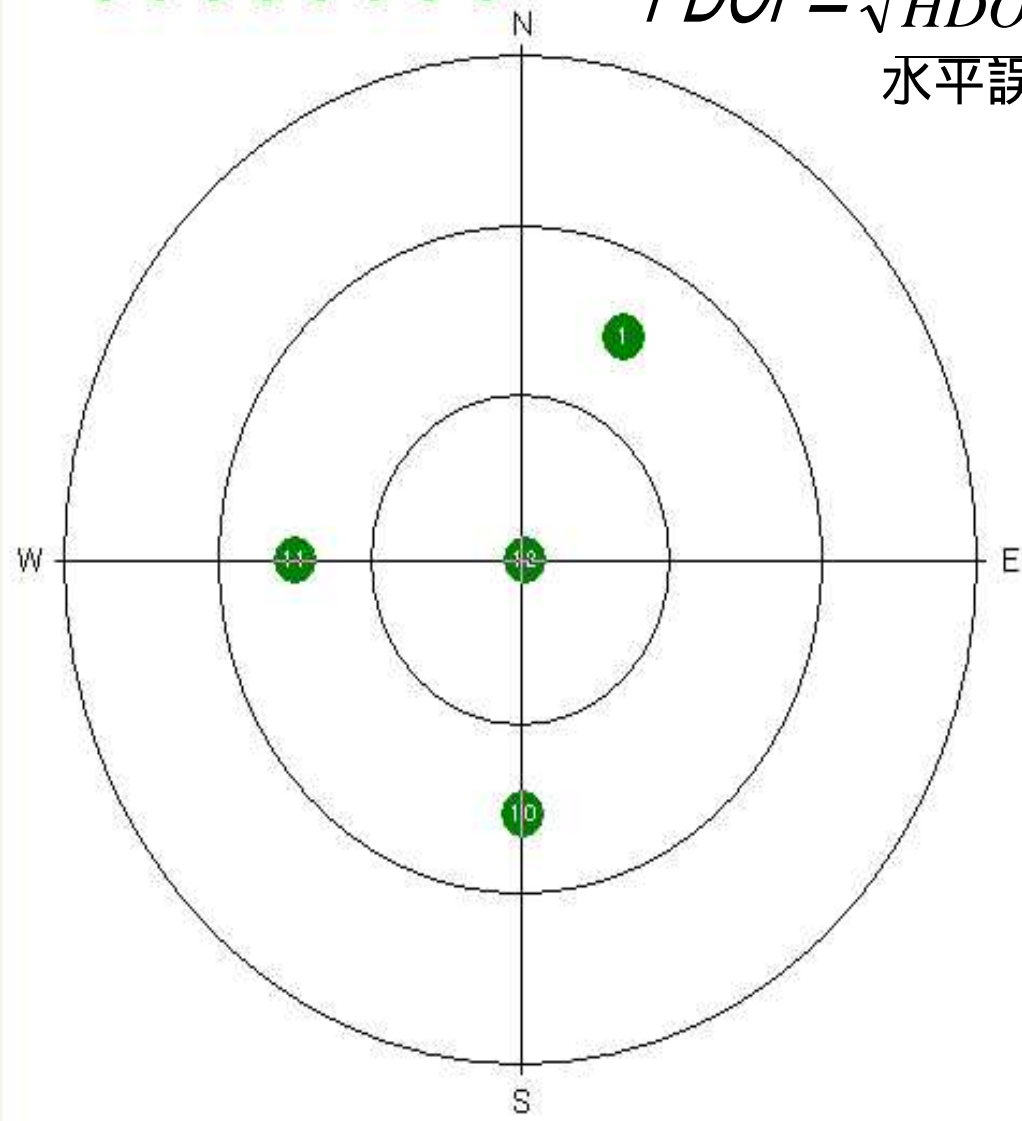
上空の衛星配置が良いと、DOPの値が小さくなり、位置決定の精度が上がる。

よい衛星配置とは？

- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

$$PDOP = \sqrt{HDOP^2 + VDOP^2}$$

水平誤差 垂直誤差



GDOP= 5.405
 PDOP= 4.371
 HDOP= 1.773
 VDOP= 3.996
 TDOP= 3.180

DOP最大値(色設定用)

+1状態描画 クリア

DOP選択
 G P H V T

	EL	AZ
Sat1	45.19	27.05
Sat2		
Sat3		
Sat4		
Sat5		
Sat6		
Sat7		
Sat8		
Sat9		
Sat10	44.57	179.46
Sat11	45.42	270.00
Sat12	89.15	90.00

X= 243, Y= 274, l= 232, t= 260

都市部におけるGPSの可視性の問題

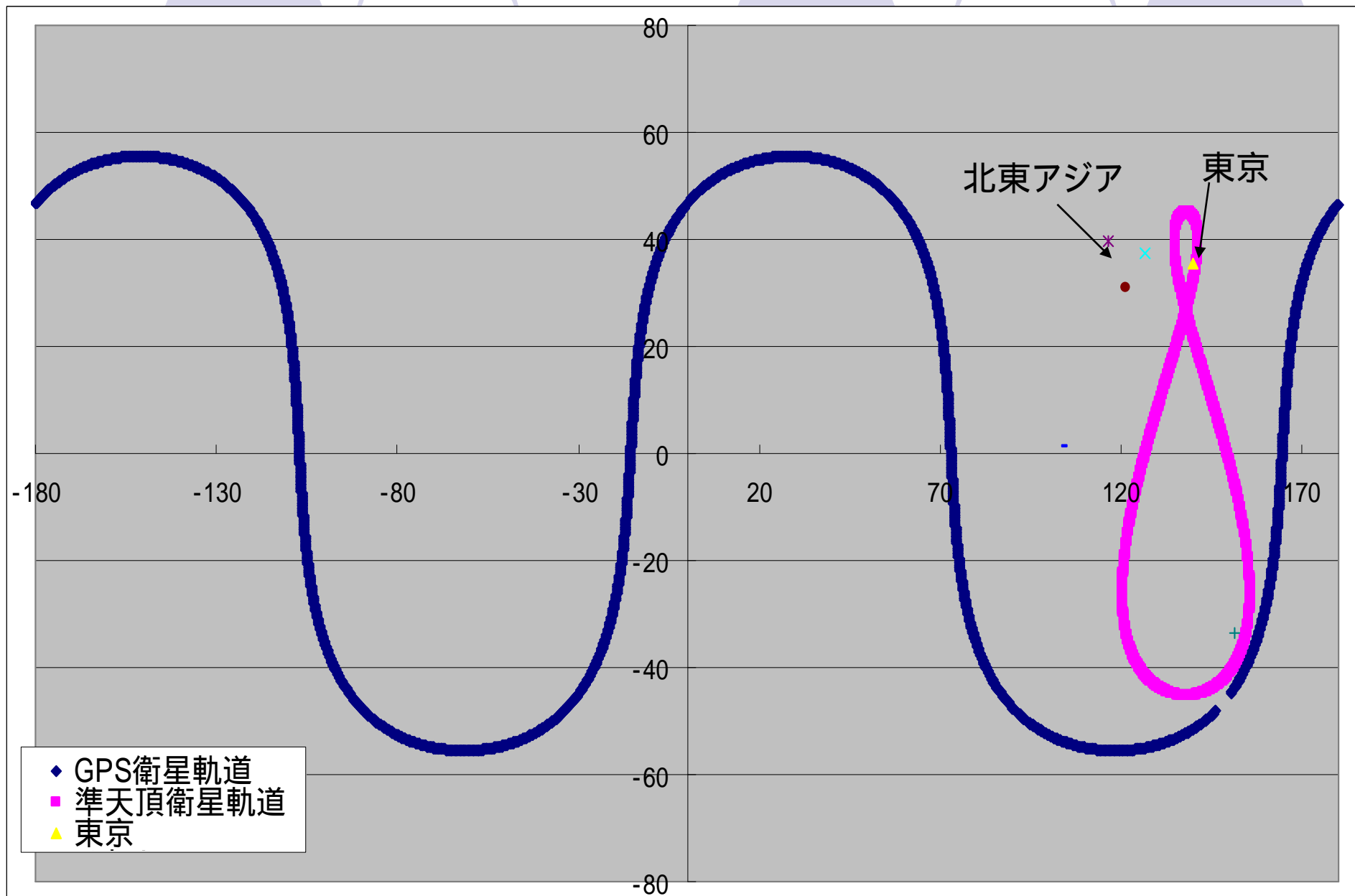
- ・単独測位には最低4つの衛星が必要
- ・ビルが立ち並ぶ都市部では上空の衛星を確保するのは難しい。

原因は？ →

- ・GPSの衛星軌道(全地球的)
- ・都市部での障害物

上記2つの問題が準天頂衛星を使ってどのように改善されるか？

世界地図でみた衛星軌道



都市部での衛星配置

準天頂衛星

GPS衛星

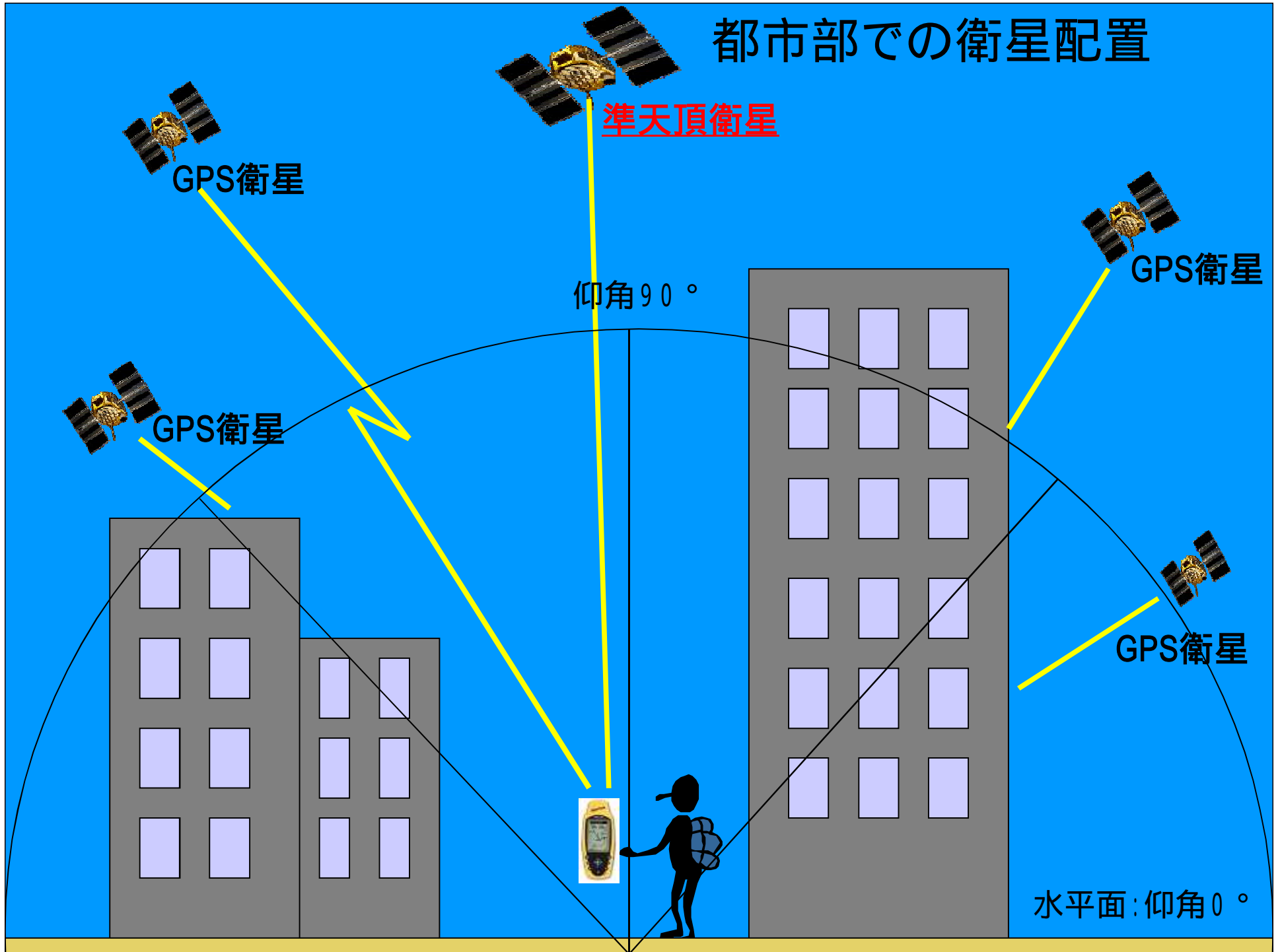
GPS衛星

仰角 90°

GPS衛星

GPS衛星

水平面: 仰角 0°



準天頂衛星の特徴と期待できる効果

- ・GPSと比べて高仰角に長く滞留する。
- ・都市部であっても安定して衛星を確保できる。
- ・可視性の向上が期待できる。

シミュレーションを使った概要

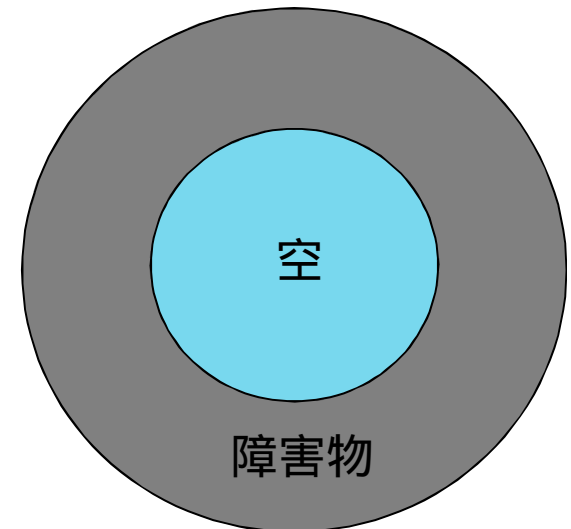
アジア都市部の再現方法

- ・アジアの都市の位置・・・各都市の緯度、経度を与える。
- ・都市部上空の表現・・・可視衛星数をさえぎっている都市部上空の建造物は、天空に閉める建造物の割合を、仰角(遮蔽率)を設定することで表現する。
上空の視界を制限した上でどの程度衛星を受信できるかを検証する。

遮蔽率0.75



仰角45°



アジア主要都市での解析概要

使用した衛星軌道情報

JAXA(宇宙航空研究開発機構)が提供するアルマナック情報を使用(2009年1月1日のもの)・・・各衛星の位置がわかる。

シミュレーションにおける設定値

仰角(遮蔽率)・・・ 45° (遮蔽率0.75)

QZSの数・・・3機

場所・・・アジア各7都市

比較の対象・・・GPSのみの場合と、QZS3機を組み合わせた場合で比較。

解析結果(仰角による可視衛星数)

マスク角45(遮蔽率0.75): 最大値/最小値/平均(1日)

	GPS	GPS+3QZS
北京	7/1/3.1	9/2/4.7
ソウル	6/1/3.0	8/2/4.7
東京	6/1/3.1	8/2/4.8
上海	6/1/3.1	8/3/4.8
バンコク	5/0/2.6	7/1/3.8
シンガポール	4/1/2.6	6/1/3.6
シドニー	6/1/3.1	7/2/4.5

解析結果 (4機以上の衛星が見える時間)

仰角45° : 24時間中、4機以上の衛星が見えている時間)

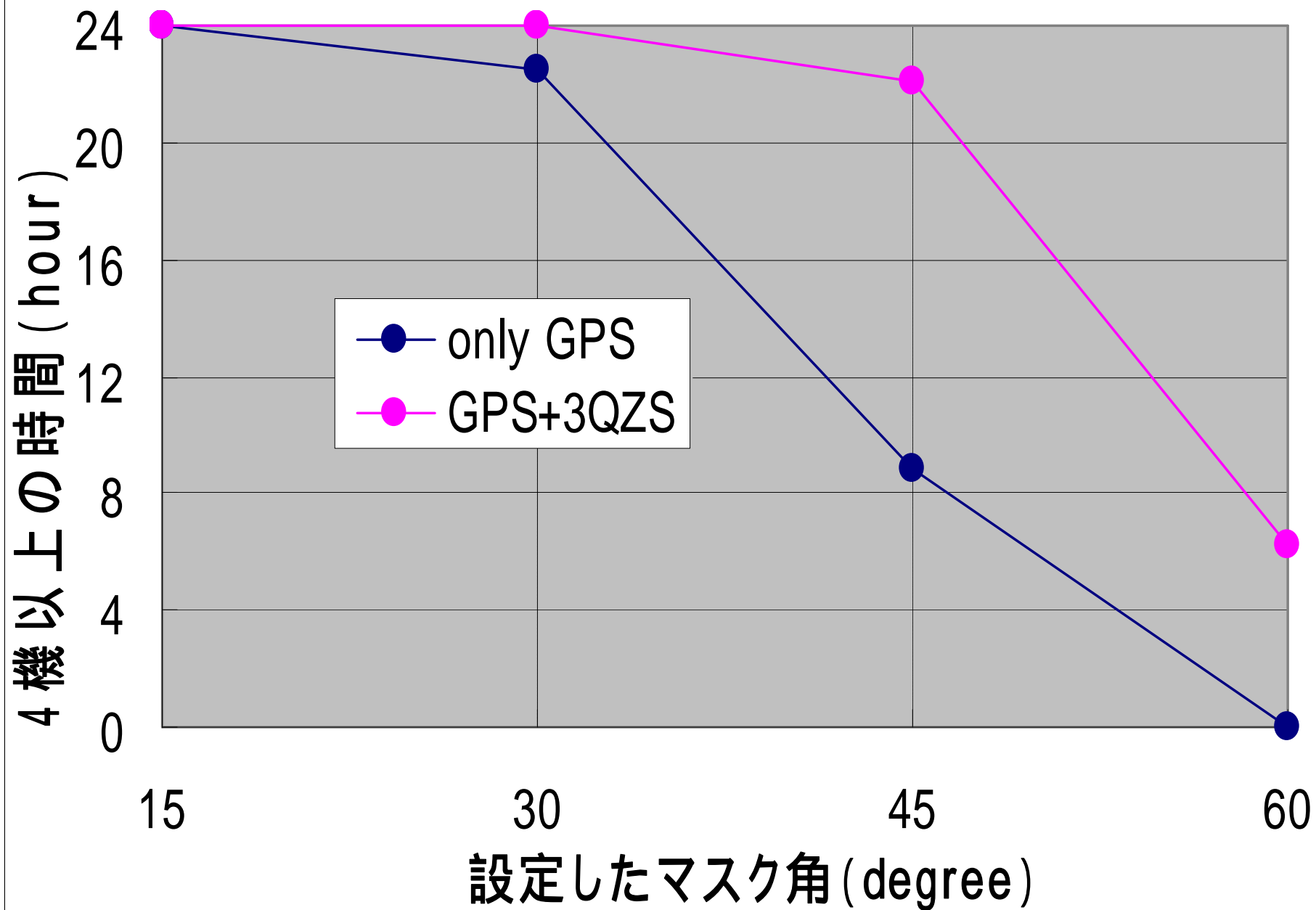
	GPS	GPS+3QZS
北京	8.6 (hour)	20.2 (hour)
ソウル	7.3 (hour)	20.5 (hour)
東京	8.8 (hour)	22.1 (hour)
上海	7.8 (hour)	21.7 (hour)
バンコク	5.4 (hour)	11.1 (hour)
シンガポール	5.7 (hour)	10.8 (hour)
シドニー	10 (hour)	17.8 (hour)

解析結果(仰角によるPDOP)

仰角45° : PDOP ≤ 20未満の割合

	GPS	GPS+3QZS
北京	26.6	52.0
ソウル	23.6	66.2
東京	22.4	80.5
上海	23.2	63.9
バンコク	15.0	30.8
シンガポール	15.2	27.1
シドニー	25.6	59.3

東京における可視衛星数4機以上の時間(1日)



まとめ

- ・今回都市部における可視性という観点では準天頂衛星の特徴から、十分な可視性の向上が確認できた。
- ・しかし高仰角での衛星だけではDOPが悪くなることが避けられない。特にVDOP測位精度の面では改善されるとは言いがたい。



御静聴ありがとうございました。